

# КОСМИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА. КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

УДК 629.7.054:621.396:681.3

## ПОСТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННОГО БАНКА ДАННЫХ ПО КОСМИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ И КОСМИЧЕСКИМ АППАРАТАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.В. Карелин, Ю.А. Кузьмин,  
М.В. Устинова, А.А. Феденев  
(ФГУП ЦНИИМаш)

*Рассматривается электронный банк данных (ЭБД) космических систем (КС) и космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), их целевой аппаратуры (ЦА). Приводятся заложенные в ЭБД перечень объектов и принципы их классификации. Объясняются структура и схема работы банка данных, использованные в ходе разработки технологии. Указаны перспективы развития ЭБД, возможности интеграции в другие системы.  
**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, мониторинг, космические аппараты и системы, база данных, средства программирования, компьютерные технологии, бортовая целевая аппаратура.*

Информационные технологии всё глубже проникают в нашу жизнь. Электронные системы поддержки принятия решений, электронные информационные системы и базы данных используются в малом и крупном бизнесе, госорганах, оборонной отрасли и, конечно, в космической промышленности. В космических агентствах ведущих мировых держав, международных организациях и советах по проблемам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) созданы специализированные банки данных, направленные на решение вопросов систематизации, классификации и своевременной актуализации необходимой информации. Некоторые банки данных являются частично доступными для публичного использования, например:

- база данных КА, целевой аппаратуры и параметров измерений SEOS [1];
  - база данных КС, КА, целевой аппаратуры и наземных систем WMO [2];
  - банк данных по КС, КА и аппаратуре NASA [3].
- Также доступны в сети Интернет частные банки и базы данных, составленные и поддерживаемые профессиональными сообществами и любителями, среди них можно выделить:
- Heaven above, при поддержке DLR/GSOC[4];
  - UCS satellites database [5];
  - Gunter's Space Page [6] и пр.

Настоящая статья посвящена работам по созданию полноценного банка данных в сегменте ДЗЗ, которые проводятся под эгидой Федерального космического агентства. В настоящее время проводится модернизация, доработка и актуализация

электронного банка данных (ЭБД), предназначенного для информационного и научно-технического сопровождения НИОКР по созданию и совершенствованию космических средств и систем ДЗЗ.

ЭБД должна решить задачи:

- систематизации, классификации и своевременного обновления данных по проводимым НИОКР, имеющейся документации, космическим системам (КС), аппаратам, целевой аппаратуре и служебным системам;
- исключения дублирования информации и НИОКР;
- поддержки принятия решений (экспертная система) по оптимизации проводимых работ, направленных на разработку новых, внедрение и совершенствование имеющихся средств ДЗЗ космического базирования.

Таким образом, для того чтобы стать основным хранилищем данных по КС и КА в отрасли ДЗЗ, ЭБД объединил в себе разрозненные базы данных (БД), была унифицирована технология их построения, проведена переклассификация объектов и расширен их список.

Чтобы произвести данные изменения, необходимо было уточнить цель разработки ЭБД КС и КА ДЗЗ и целевую группу пользователей. Специфика разработанного ЭБД заключается в том, что, в отличие от западных аналогов, использующихся сторонними организациями для нахождения оптимальных продуктов на рынке услуг ДЗЗ, данный

ЭБД предназначается для использования внутри космической отрасли в рамках работы экспертных подразделений и институтов в качестве информационно-справочной системы. Поэтому при построении системы необходимо ориентироваться на экспертный уровень пользователей ЭБД.

В ходе анализа состава и классификации данных ЭБД КС и КА ДЗЗ был предложен следующий перечень основных объектов:

**Космический сегмент:**

- космические системы;
- космические комплексы;
- космические аппараты;
- целевая аппаратура;
- служебные системы.

**Наземный сегмент:**

- наземные комплексы управления;
- наземные комплексы приёма, обработки и трансляции.

Такой перечень объектов наиболее полно отражал потребность в информации экспертов космической отрасли, которые и являются основными пользователями ЭБД.

При выборе принципов классификации основных объектов учитывались как отечественные наработки, так и западные варианты классификации.

Для классификации КС и КА была выбрана устоявшаяся в отрасли классификация по назначению (метеорологические, природоресурсные, картографические и т. п.), однако, были добавлены такие классы, как «Экспериментальный» (такие аппараты есть как за рубежом, так и в РФ) и «Изучения окружающей среды» (ввиду наличия существенного количества зарубежных аппаратов данного типа):

- метеорологические;
- научное изучение Земли;
- мониторинг Мирового океана;
- КС, КА для задач природопользования;
- картографические;
- мониторинга ЧС и стихийных бедствий;
- гелиофизические;
- мониторинга окружающей среды;
- экспериментальные;
- связные;
- КС, КА сбора данных;
- другие.

Применение такой классификации привело к тому, что заданная КС или КА могут попадать в один или более классов, ввиду того, что на борту КА может находиться различная по назначению аппаратура.

В качестве основной классификации целевой аппаратуры была использована классификация CEOS [1] по назначению. Такой подход оправдан по двум причинам: во-первых, классификация по назначению, а не по принципу устройства позволяет однозначно классифицировать аппаратуру (при использовании классификации по принципу устройства такого достичь невозможно); во-вторых, ввиду сложившейся ситуации в мире, когда на долю РФ приходится 4 работающих спутника ДЗЗ из 300, находящихся на орбите, использование данной классификации существенно упрощает процесс первичного наполнения и добавления объектов в ЭБД по мере производства новых запусков.

Классификация служебных систем была приведена в соответствие с устоявшейся в отрасли практикой.

В качестве модели ЭБД была выбрана модель веб-приложения. Веб-приложение – это приложение, написанное на основе клиент-серверной архитектуры, но в качестве клиентской части выступает веб-браузер. Такой подход позволяет не только добиться унификации данных, отображаемых на машинах пользователей, но и обеспечить единую точку входа в ЭБД, независимо от конфигурации пользовательских рабочих станций, используемой на них операционной системы.

ЭБД состоит из сервера баз данных, сервера приложений, вспомогательного кэш-сервера, веб-сервера и находящейся на нём клиентской части (веб-интерфейс ЭБД). Схема работы и используемые технологии представлены на рис. 1.

Хранилищем данных служит, разрабатываемая при участии компании «Oracle», система реляционных баз данных MySQL [7]. Данная система была выбрана, поскольку хорошо зарекомендовала себя в огромном количестве проектов разного масштаба и загруженности по всему миру, хотя реализация ЭБД предполагает использование практически любой известной реляционной базы данных, поддерживающей SQL запросы: MariaDB, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle Business Suite, IBM DB2, Firebird. В качестве сервера приложений выступает программный продукт, разработанный при помощи языка программирования Python и фреймворка Django [8]. Данное программное обеспечение (ПО) связывается и обрабатывает запросы, поступившие от веб-сервера Apache (более 60% всех сайтов в интернете используют данный веб-сервер), и запрашивает или изменяет в соответствии с ними данные на сервере баз данных. Кэш-сервер исполь-

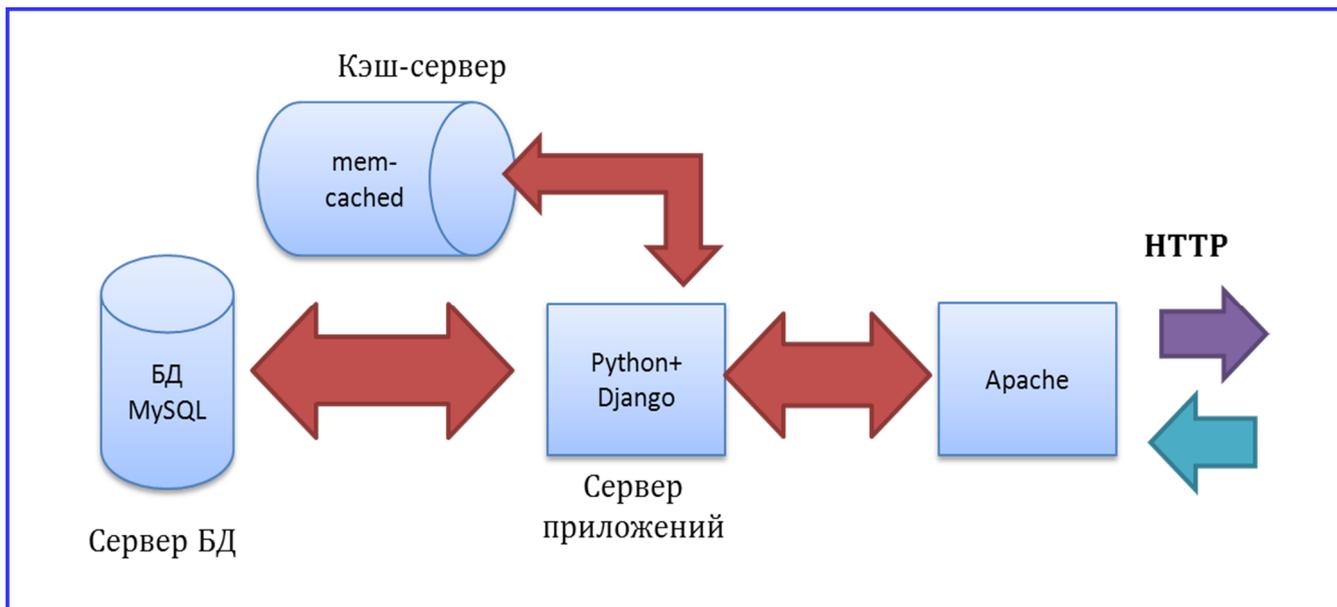


Рис. 1. Схема работы ЭБД КС и КА ДЗЗ и используемые технологии

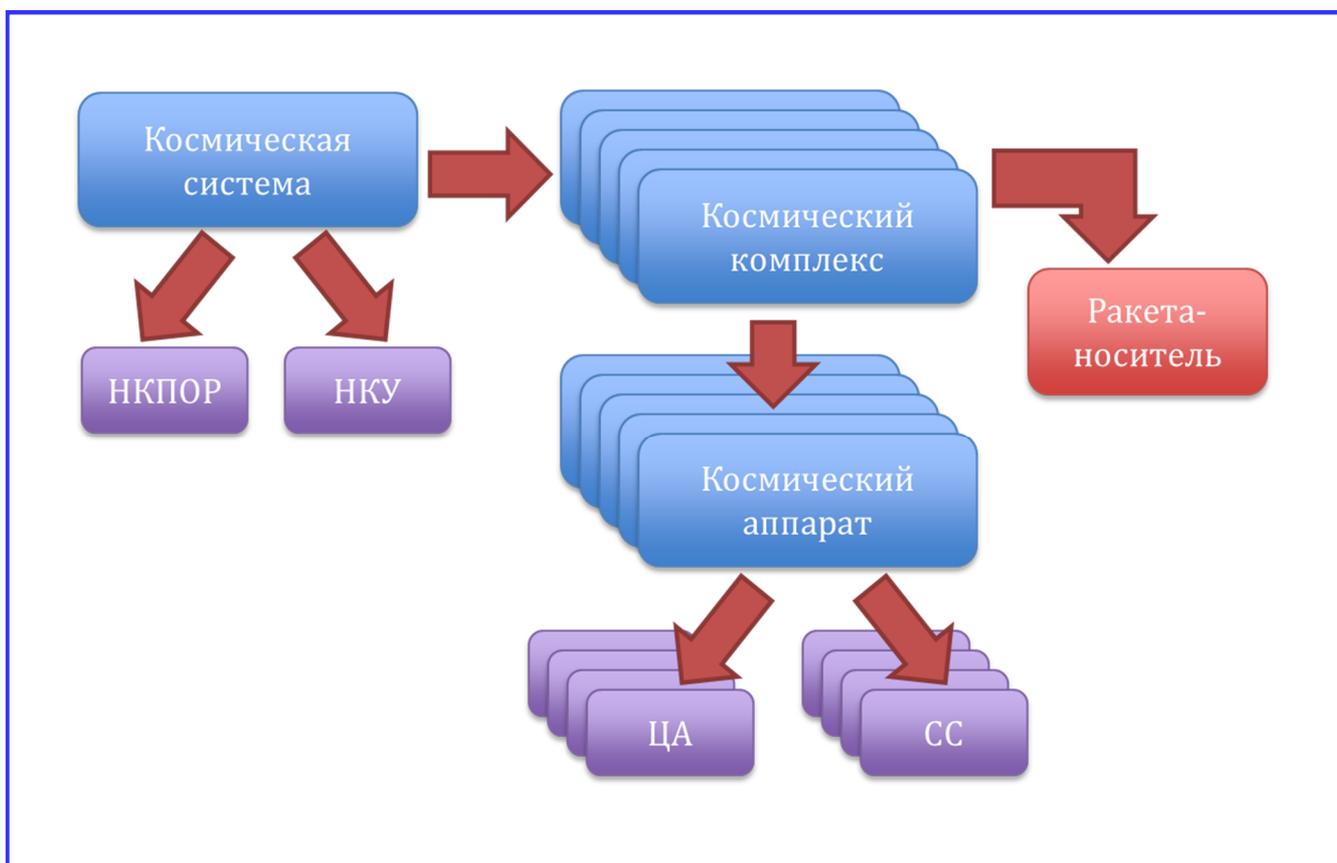


Рис. 2. Общая структура ЭБД (не показаны справочники и дополнительные вспомогательные объекты)

зуется сервером приложений для уменьшения времени доступа к наиболее часто используемым данным.

Структура базы данных на сервере отражает общепринятую в отрасли схему деления КС (рис. 2).

Ввиду того, что сервер приложений должен быть расширяем и не должен зависеть от клиентской части электронного банка данных, было решено построить его на концепции REST (такие серверы называются RESTful). REST (Representational State Transfer – передача представлений состояний) был разработан W3C (World Wide Web Consortium – организация, разрабатывающая и внедряющая стандарты сети Интернет [8]) и представлен общественности в 2000 г.

Согласно принципам REST, любой объект базы данных ЭБД доступен по своему адресу (URI). Сервер отвечает на стандартные запросы HTTP: GET, POST, PUT и DELETE, выдавая, изменяя, добавляя или удаляя информацию из БД. Таким образом, через стандартные сообщения протокола HTTP реализуются так называемые CRUD (create, read, update and delete – создать, показать, изменить и удалить) функции сервера БД.

Форматом общения между сервером и клиентом электронного банка данных выбран JSON. JSON – JavaScript Object Notation – это текстовый формат представления данных. Изначально этот формат использовался для представления в текстовом виде объектов языка JavaScript, который, в свою очередь, широко используется для разработки сайтов сети Интернет и веб-приложений.

Клиентская часть построена на основе HTML и AJAX технологии с использованием фреймворка (библиотеки компонентов) Dojo [9] (используется такими известными компаниями, как: IBM, Cisco, VMWare, JPMorgan и др.). Технология AJAX – Asynchronous JavaScript and XML (асинхронный JavaScript и XML) позволяет обмениваться с сервером асинхронными запросами, используя в

качестве языка передачи информации JSON (исначально технология была разработана для XML, но может быть использован любой другой формат). AJAX построена на основе использования запроса вида XMLHttpRequest, который позволяет осуществлять HTTP-запросы к серверу без перезагрузки страницы [10].

Текущая версия ЭБД позволяет вводить, отображать данные, делать выборки по различным параметрам, экспортировать результаты в форматы MS Word и MS Excel, выводить на печать. Также функционал ЭБД поддерживает разграничение прав доступа на уровне пользователей и групп пользователей.

В настоящее время в ЭБД занесено более 472 КА ДЗЗ (отечественных и зарубежных) и более 730 единиц целевой аппаратуры. Он тестируется и наполняется недостающими данными. В дальнейшем рассматривается возможность сделать электронный банк данных доступным для всех предприятий отрасли.

Таким образом, развиваемый ФГУП ЦНИИМаш электронный банк данных может стать в ближайшее время мощным инструментом для принятия решений в рамках развития КС и КА ДЗЗ.

#### Литература

1. CEOS Mission, Instruments and measurements database online (<http://database.eohandbook.com>).
2. WMO Observing Systems Capability Analysis and Review Tool (<http://www.wmo-sat.info/oscar/>).
3. NASA Satellites (<http://nasa.gov>).
4. Heavens Above (<http://www.heavens-above.com>).
5. UCS Satellite Database (<http://www.ucsusa.org>).
6. Gunter's Space Page (<http://space.skyrocket.de>).
7. MySQL Server документация (<http://www.mysql.com>).
8. Django Framework документация (<http://djangoproject.com>).
9. Dojo Toolkit документация (<http://dojotoolkit.org>).
10. World Wide Web Consortium (<http://www.w3c.org>).

Поступила в редакцию 15.10.2014

*Александр Витальевич Карелин, д-р физ.-мат. наук, начальник отдела, т. (495) 513-54-01.*

*Юрий Александрович Кузьмин, канд. техн. наук, ведущий научн. сотрудник, т. (495) 513-44-71.*

*Марина Валерьевна Устинова, ведущий инженер, т. (495) 513-44-71.*

*Александр Андреевич Феденев, канд. физ.-мат. наук, ведущий научн. сотрудник, т. (495) 513-44-71.*